昆 虫 学 报 *Acta Entomologica Sinica*, July 2007, 50(7):682 - 688 ISSN 0454-6296

柑桔爆皮虫卵巢发育动态

皇甫伟国[1,2],魏书军[1],郑宏海[3],刘鹏程[1],黄 蔚[1],施祖华[1],陈学新[1,*]

(1. 浙江大学昆虫科学研究所,浙江杭州 310029;2. 宁波市农业科学研究院,浙江宁波 315040;
3. 浙江省象山县植物保护站,浙江象山 315700)

摘要:本研究利用室内饲养成虫,对柑桔爆皮虫的蛹及正常取食和交配、正常取食但未交配以及正常交配但未取食三种处理的雌成虫的卵巢发育进行了系统观察。结果显示:该虫具有 1 对卵巢,每侧有 5 根卵巢管。前两种处理的雌虫卵巢管均能正常发育,成虫寿命在 30 天左右;没有取食的雌虫寿命只有 7 天左右,在其卵巢管的生长区和成熟区均无卵形成。根据卵巢的形状、卵的产生过程、卵巢萼内有无卵粒以及卵黄沉积情况等将卵巢发育程度分为 6 个级别,即发育初期(0 级)、卵黄沉积前期(Ⅰ级)、卵黄沉积期(Ⅱ级)、成熟待产期(Ⅲ级)、产卵盛期(Ⅳ级)和产卵末期(Ⅴ级)。每头雌虫最高怀卵量在 140 粒左右,根据雌虫怀卵量变化趋势,推测正常取食和交配的柑桔爆皮虫雌虫在出孔后 10 天左右开始产卵,产卵历期可达 22 天左右。据此提出该虫卵巢管发育到成熟待产期(Ⅲ级)之前(即羽化出孔后 10 天之内)为出孔成虫的防治适期。

关键词:柑桔爆皮虫;卵巢发育;卵巢管;分级;产卵历期;怀卵量

中图分类号:Q965 **文献标识码**:A **文章编号**:0454-6296(2007)07-0682-07

Ovarian development of *Agrilus auriventris* Saunders (Coleoptera: Buprestidae)

HUANGFU Wei-Guo[1,2], WEI Shu-Jun[1], ZHENG Hong-Hai[3], LIU Peng-Cheng[1], HUANG Wei, SHI Zu-Hua[1], CHEN Xue-Xin[1,*] (1. Institute of Insect Sciences, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310029, China; 2. Ningbo Academy of Agricultural Sciences, Ningbo, Zhejiang 315040, China; 3. Plant Protection Station of Xiangshan County, Xiangshan, Zhejiang 315700, China)

Abstract: Ovarian development of *Agrilus auriventris* Saunders was studied by dissecting the pupae, mated or unmated female adults fed with food, and mated females without any food. The results showed that the ovary of this pest has two ovaries, each composed of five ovarioles. Ovaries developed normally in the first two treatments of female adults fed with food, which had the longevity of about 30 days. While the mated female adults without any food had the longevity of only about 10 days, during which no eggs formed either in growth zone or maturation zone of ovarioles. Ovarian development was divided into 6 stages based on the morphological characteristics of ovarian development, the formation of eggs, eggs in the lateral oviducts and vitellogenesis: stage 0 (no oocyte stage), stage Ⅰ (no yolk stage), stage Ⅱ (yolk deposition stage), stage Ⅲ (egg maturation stage), stage Ⅳ (peak egg deposition stage), and stage Ⅴ (egg depletion stage). In mated adults with foods, mature eggs formed in 11 days after emergence, and the ovipositon duration could last as long as 22 days, with the highest fecundity of about 140 eggs per female. It is so proposed that to achieve better control effects, measuress should be taken to control the adults of *A*. *auriventris* before the stage Ⅲ of ovarian development (within 10 days after adult emergence).

Key words: *Agrilus auriventris*; ovarian development; ovariole; stage; oviposition duration; fecundity

柑桔爆皮虫 *Agrilus auriventris* Saunders 是一种暴发性害虫,曾多次在我国和日本的一些柑桔产区暴发危害,引起大面积柑桔树死亡,对柑桔产业的发展造成较大的创伤(王拱辰等,1959;邬恤民,1964;

基金项目:浙江省科技厅重点项目(2005C22061);宁波市科技计划项目(2004C100013)
作者简介:皇甫伟国,男,1965 年生,高级农艺师,主要从事植物保护研究和技术推广
* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: xxchen@zju.edu.cn
收稿日期 Received: 2006-11-09;接受日期 Accepted: 2007-06-05

Ohgushi，1978；魏书军等，2006b）。近年来该虫在浙江部分柑桔产区暴发，引起了对该虫的广泛研究，目前已经取得了一些新的成果，包括该虫的年发生世代（魏书军等，2006b）、空间分布型及其对寄主植物的攻击策略（郑宏海等，2006）、幼虫龄期的重新划分（魏书军等，2006a）和幼期形态学观察（魏书军等，2007）等，这些研究为分析该虫暴发危害的原因及进行综合治理提供了理论基础。

柑桔爆皮虫产卵和危害都非常隐蔽，卵产在树体表面的裂缝和苔藓内，幼虫在韧皮部或韧皮部和木质部之间蛀食危害，末龄幼虫蛀入木质部做一蛹室化蛹，成虫羽化后在木质部潜伏一段时间后出孔，这些习性给该虫的产卵动态等方面的研究带来了困难。研究卵巢的发育，一方面可以查清该虫的产卵历期，为分析该虫在田间世代重叠的原因和年发生世代提供依据，另一方面，可以分析环境因子对该虫生殖方面的影响，为综合治理工作提供新的思路。另外，卵巢发育程度是昆虫种群动态预测预报的重要方法之一。

Ohgushi（1963）曾经对柑桔爆皮虫的前期卵巢发育进行了初步研究，观察了卵的成熟过程和食料对卵形成的影响，文中报道柑桔爆皮虫成虫的寿命仅有 10 天左右，与我们观察到的成虫有 30 多天的寿命相差较大。本研究详细观察了柑桔爆皮虫从蛹期到成虫的整个过程中卵巢的发育形态并对卵巢管的发育进行了分级，观察了交配和未交配的成虫卵巢管发育的差异，食料对卵形成的影响，成虫各个时期的怀卵量、产卵历期等，为该虫发生规律和生理学方面的研究提供理论基础，并为该虫的预测预报提供科学依据。

1　材料与方法

1.1　试虫的采集和饲养

供试虫源采自浙江省象山县柑桔爆皮虫发生典型的 '地垄桔场 "。从劈开的蛹室内选取 4 头口器变黑的蛹（魏书军等，2007，图 3：D）用于解剖。将带有越冬幼虫的木块放到室内（温度 25℃左右，相对湿度 70% ~ 80%），收集同时出孔的一批成虫，养在四周透气的 50 cm × 50 cm × 50 cm 的养虫笼中，每笼内放 30 只成虫。共设 3 种处理：雌雄混养（雌雄比 1∶1）并以新鲜的柑桔树叶饲养，雌虫单养并以新鲜的柑桔树叶饲养和雌雄混养（雌雄比 1∶1）但不喂食柑桔叶片。3 种处理分别设 8 笼、4 笼和 2 笼，以保证有充足的虫源。用于饲养成虫的柑桔树叶采自 1 ~ 2 年生象山红树苗。

1.2　卵巢管的解剖和观察

每天或间隔一天分别从每种处理的养虫笼中随机选取 4 只雌成虫进行解剖。解剖时先剪去 3 对胸足，在解剖镜下左手镊子夹住供试个体的前胸背板，固定于带有少量清水的培养皿中，右手用镊子去掉其前后翅，并从腹部前端向腹部后端纵向挤压各节使之断裂，再夹住中胸背板前缘沿背中线徐徐掀开，分离腹板，然后用镊子夹住其尾部轻轻后拉，将卵巢完整拉出，挑至载玻片上用清水反复冲洗去除脂肪体，仔细去除支气管及消化道，以充分露出生殖系统，用 Leica MZ16 A 高级研究型体视解剖镜进行观察并拍照。对卵巢管形态、卵黄沉积程度、卵巢萼内有无卵粒及其数量进行观察和记录。根据卵巢管内细胞的类型以及卵的形状将卵巢管划分区段。原卵区含有前囊泡细胞组织和卵原细胞滋养细胞，卵母细胞呈细小颗粒状；生长区卵母细胞迅速生长膨大，卵巢管受膨胀而逐渐变粗；成熟区内卵子呈近

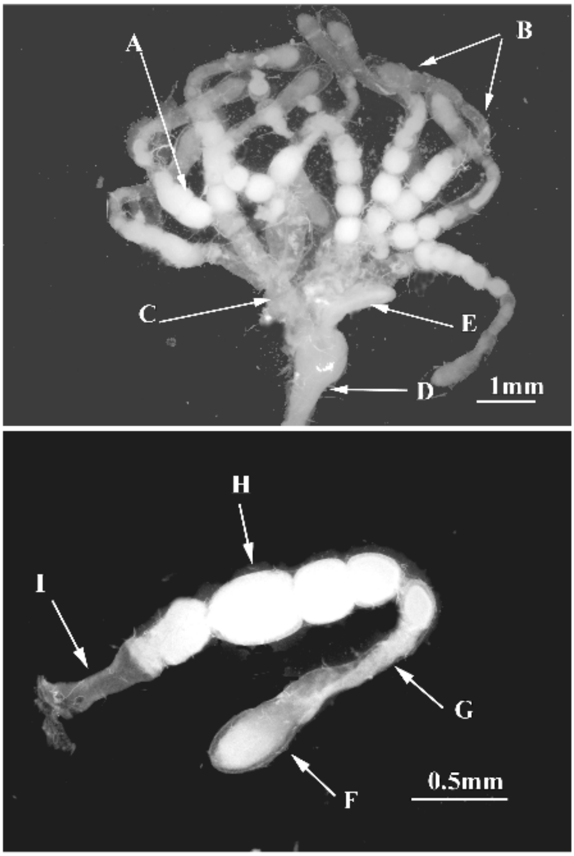

图 1　柑桔爆皮虫雌性生殖系统

Fig. 1　The female reproductive system of *Agrilus auriventris*

A：卵 Eggs；B：卵巢管 Ovarioles；C：侧输卵管 Lateral oviduct；D：中输卵管 Common oviduct；E：受精囊 Spermatotheca；F：原卵区 Germarium；G：生长区 Growth zone；H：成熟区 Maturation zone；I：卵巢管柄 Pedicel.

圆形,颜色较生长区卵子深。分别统计 3 个区段内卵的数量,其中成熟区、卵巢管柄、侧输卵管和中输卵管内所有成熟卵的总数计为成熟区的卵量。

1.3 数据统计与处理

使用 DPS 数据处理系统和 Microsoft Excel 对卵巢管内的卵量等数据进行统计分析和作图。

2 结果与分析

2.1 柑桔爆皮虫成虫卵巢的形态

柑桔爆皮虫成虫具有 1 对卵巢,每侧有 5 根卵巢管(图 1:A ~ E);卵巢管分原卵区、生长区、成熟区三部分,顶端无端丝,基部具有卵巢管柄(图 1:F ~ I),各柄与一共同的侧输卵管相接,左右侧输卵管汇合成一条中输卵管,其后端与阴道相连。中输卵管的端部有一长椭圆形的受精囊。卵巢管萼中成熟的卵粒要先进入卵巢中停留后才经侧输卵管下部及中输卵管产出,卵巢萼内一般每侧有卵 20 ~ 30 粒,多者可达 50 粒。

2.2 不同处理的柑桔爆皮虫卵巢发育程度分级

2.2.1 正常取食和交配的柑桔爆皮虫:根据卵巢的形状、卵的产生过程、卵巢萼内有无卵粒以及卵黄沉积情况,将正常取食和交配的柑桔爆皮虫的雌虫卵巢发育程度分为 6 个级别(表 1),即发育初期(0 级)、卵黄沉积前期(Ⅰ级)、卵黄沉积期(Ⅱ期)、成熟待产期(Ⅲ级)、产卵盛期(Ⅳ级)和产卵末期(Ⅴ级)。

表 1 柑桔爆皮虫卵巢发育分级及其分级特征

Table 1 Stages of *Agrilus auriventris* ovarian development and their description

级别 Developmental stage	卵巢形状 Ovary shape	原卵区形状 Germarium shape	卵巢管内的卵 Eggs in ovarioles	侧输卵管内的卵 Eggs in lateral oviducts	卵黄沉积 Vitellogenesis
发育初期(0 级) No oocyte stage (stage 0)	卵巢管细短挺直,中部膨大,均匀透明 Ovarioles are short and linear, the middle part is stretchy, translucent	筒状,宽 0.20 mm 左右 Columnar, about 0.20 mm in width	无卵 No egg	无 No	无卵黄沉积 No vitellogenesis
卵黄沉积前期(Ⅰ级) No yolk stage (stage Ⅰ)	卵巢管由端部开始膨大,浑浊状,产生大量细丝缠绕在卵巢管和输卵管周围 The initial part of the ovariole begin to expand, filaments appear around the ovariole and oviducts	开始膨大呈纺锤形,宽 0.34 ± 0.029 mm Begin to change to spindly shape, 0.34 ± 0.029 mm in width	无卵 No egg	无 No	无卵黄沉积 No vitellogenesis
卵黄沉积期(Ⅱ级) Yolk deposition stage (stage Ⅱ)	卵巢管继续膨大,形成卵室 Ovarioles expend continued, egg drums shaped	纺锤形,宽 0.34 ± 0.029 mm Spindly, 0.34 ± 0.029 mm in width	数粒未成熟卵 Several not ripened eggs	无 No	开始有卵黄沉积 Beginning of vitellogenesis
成熟待产期(Ⅲ级) Egg maturation stage (stage Ⅲ)	卵巢管呈长筒状,卵粒清晰可见 Ovarioles are in long columnar shape, eggs are visible	纺锤形,宽 0.34 ± 0.029 mm Spindly, 0.34 ± 0.029 mm in width	大量未成熟卵,数粒成熟卵 A lot of not ripened eggs, several ripened eggs	无 No	大量卵黄沉积 Vitellogenesis
产卵盛期(Ⅳ级) Peak egg deposition stage (stage Ⅳ)	卵巢管壁由于卵的膨大而变薄,易破碎 The wall of the ovariole are very thin, fragile	纺锤形,宽 0.34 ± 0.029 mm Spindly, 0.34 ± 0.029 mm in width	大量成熟和未成熟卵 A lot of ripened and not ripened eggs	大量 Large number	大量卵黄沉积 Vitellogenesis
产卵末期(Ⅴ级) Egg depletion stage (stage Ⅴ)	卵室之间有缢缩而呈念珠状,卵巢管中下部明显变细萎缩 Ovarioles shrinked between egg drums as moniliform, the middle and bottom part of the ovarioles are slight and atrophic	纺锤形,宽 0.34 ± 0.029 mm Spindly, 0.34 ± 0.029 mm in width	卵量减少 Egg are on the decrease	减少 On decrease	大量卵黄沉积 Vitellogenesis

发育初期的卵巢出现在柑桔爆皮虫的蛹期。卵巢的各个组成部分均已经形成,整个卵巢均匀透明,卵巢管正处在生长期,端部原卵区近筒状,最大宽度 0.20 mm 左右,中部略微膨大,卵巢周围没有细丝缠绕,较容易解剖到完整的卵巢,与成虫期各级卵巢区别明显(图 2:A)。

卵黄沉积前期的卵巢是成虫期体内处在发育初期的卵巢,出现在成虫出孔后 0 ~ 3 天。卵巢无色透明,卵巢管和卵粒均难以分辨,原卵区发生膨大呈纺锤形,最大宽度 0.34 ± 0.029 mm,内部混浊状,卵巢周围产生大量细丝缠绕在卵巢管、侧输卵管和中输卵管周围,卵室还没有形成,无卵粒产生(图 2:B)。

卵黄沉积期，出现在成虫出孔后 4～7 天。卵巢管继续生长膨大，形成卵室，在卵巢管的端部隐约可见几粒未成熟的卵，开始有卵黄沉积发生，侧输卵管开始膨大，皱褶明显（图 2：C）。

成熟待产期，出现在成虫出孔后 8～10 天。卵巢管内卵量急速增加，卵粒清晰可见，排列整齐，在靠近侧输卵管的位置看见几粒成熟的卵，卵黄沉积丰满；由于卵量的增加和卵的膨大，卵巢管膨胀呈长筒状，此时仍可以解剖到完整卵巢，但较以上级别的卵巢，卵巢管容易破碎（图 2：D）。

产卵盛期，出现在成虫出孔后 11～24 天。卵巢萼内基部的卵粒成熟，成排的卵粒渐向身体两侧分开，储存于卵巢管柄内，卵巢萼内有一粒或多粒卵；由于大量成熟卵和未成熟卵的存在，卵巢管壁变的非常薄，极易破碎，剖开雌虫腹部后大量成熟的卵从卵巢萼内散出，很难解剖到完整的卵巢（图 2：E）。

产卵末期，出现在成虫出孔后 25～32 天。成虫体内的卵开始耗尽，成熟卵和未成熟卵均明显减少，

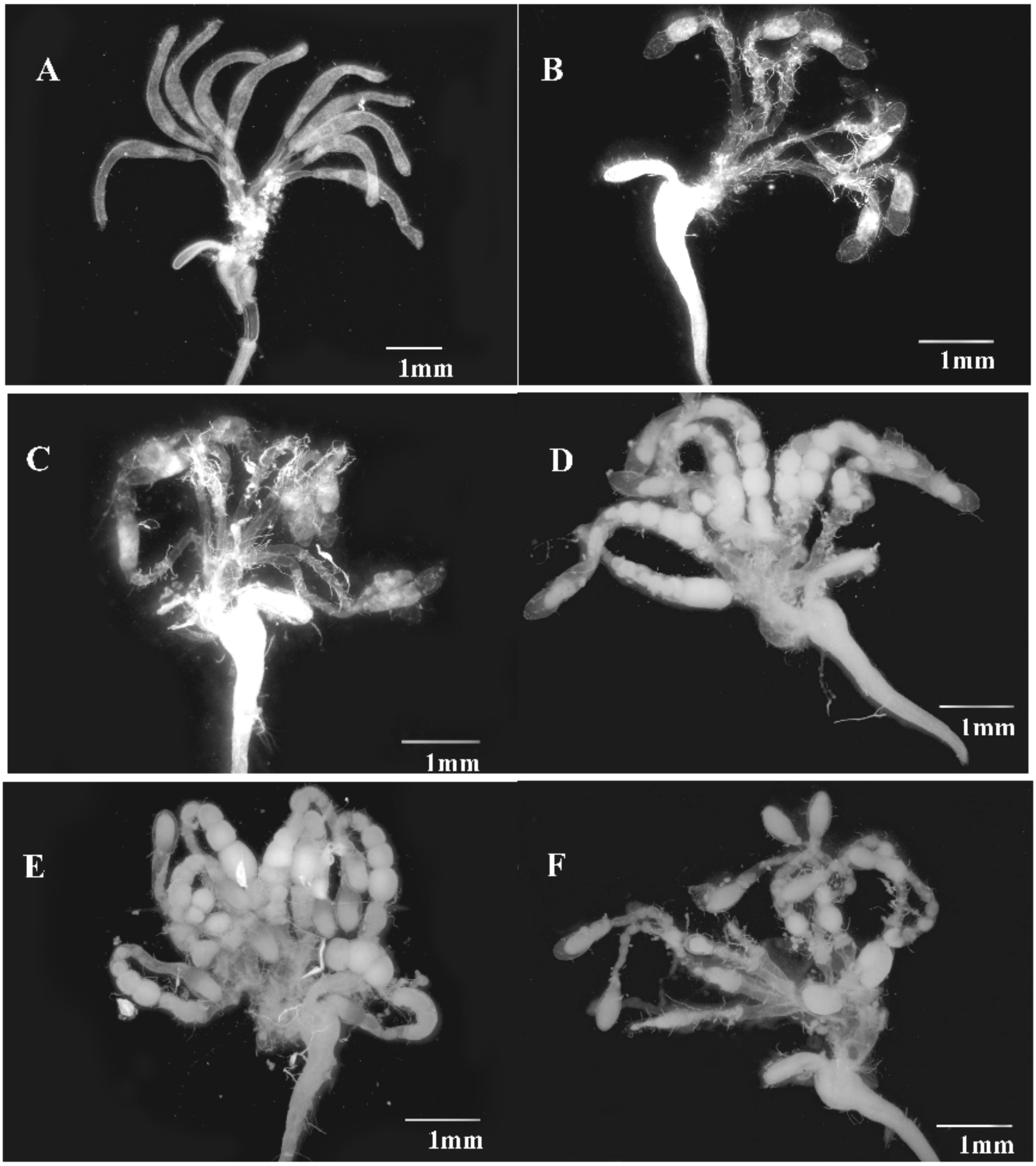

图 2　柑桔爆皮虫不同级别卵巢的形态特征

Fig. 2　Ovarian morphology of *Agrilus auriventris* in different ovarian development stages

A：0 级，发育初期 Stage 0，no oocyte stage；B：Ⅰ级，卵黄沉积前期 Stage Ⅰ，no yolk stage；C：Ⅱ级，卵黄沉积期 Stage Ⅱ，yolk deposition stage；D：Ⅲ级，成熟待产期 Stage Ⅲ，egg maturation stage；E：Ⅳ级，产卵盛期 Stage Ⅳ，peak egg deposition stage；F：Ⅴ级，产卵末期 Stage Ⅴ，egg depletion stage.

仅部分卵巢管内存在几粒成熟的卵,卵室之间有缢缩而呈念珠状,卵巢管中下部明显变细萎缩。卵巢管基部卵黄沉积明显(图 2:F)。

将 6 个级别的卵巢管内不同类型的卵的数量进行统计检验(表 2),原卵区的卵量在Ⅰ级和Ⅱ级卵巢之间差异显著,说明原卵区从Ⅱ级开始产生大量的卵,Ⅲ级和Ⅳ级之间差异不显著,说明在这两级内原卵区都有大量的卵,0 级和Ⅴ级之间差异不显著,说明后期原卵区的卵量非常少;生长区的卵量在Ⅱ级和Ⅲ级之间开始差异显著,说明生长区的卵从Ⅲ级开始增多;成熟的卵在Ⅲ级和Ⅳ级之间开始差异显著,说明Ⅳ时产生大量成熟的卵,成虫处在产卵高峰期;总体分析,相邻各级卵巢内的卵量差异显著,Ⅲ级和Ⅴ级之间差异不显著,说明产卵末期卵巢内的卵量减少。

表 2 柑桔爆皮虫各个级别卵巢内卵量差异显著性比较

Table 2 Multiple comparasion of egg quantities between ovarian development stages of *Agrilus auriventris*

级别 Stages	平均卵量 Mean number of eggs per ovary			
	原卵区 Germarium	生长区 Growth zone	成熟区 Maturation zone	总体 Whole ovary
0	0.00 ± 0.00 ad	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a
Ⅰ	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a
Ⅱ	9.92 ± 3.73 b	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	8.19 ± 4.93 b
Ⅲ	17.89 ± 9.61 c	15.33 ± 6.08 b	2.44 ± 4.36 a	30.83 ± 19.21 ce
Ⅳ	22.52 ± 9.05 c	31.61 ± 9.41 c	50.24 ± 22.81 b	103.93 ± 27.32 d
Ⅴ	2.50 ± 2.97 d	10.00 ± 5.97 d	13.50 ± 7.59 c	25.88 ± 14.87 e

表中同一列数据后的不同字母表示经过 Kruskal Wallis 检验差异显著($\alpha = 0.05$)。The data followed the different letters in the same column are significantly different by Krustal Wallis test ($\alpha = 0.05$).

2.2.2 正常取食但未交配过的柑桔爆皮虫:通过观察和比较发现,未交配过的柑桔爆皮虫雌成虫卵巢管形态特征和发育分级与交配过的柑桔爆皮虫没有明显的差异,因此其卵巢管的发育也分为同上 6 个级别。

2.2.3 正常交配但未取食的柑桔爆皮虫:未取食的柑桔爆皮虫成虫出孔后的寿命只有 7 天左右,卵巢管内始终没有形成成熟的卵粒,因此无法对其卵巢管的发育进行分级。

2.3 不同处理的柑桔爆皮虫雌虫产卵动态

分别以时间为横坐标,以卵巢管原卵区、生长区和成熟区的卵量为纵坐标,绘制正常取食和交配的、正常取食但未交配的和正常交配但未取食的三种处理的柑桔爆皮虫雌虫怀卵量图(图 3)。

由图 3 可以看出,在正常取食的两种处理中,交配过的柑桔爆皮虫雌虫卵巢发育较未交配的雌虫卵巢发育快,成熟早,交配过的雌虫原卵区在成虫出孔后第 4 天出现卵,未交配的滞后约 1 天;交配过的雌虫在出孔第 10 天开始有成熟的卵,未交配的滞后 4 天左右;前者成熟区的卵量远远高于同期的后者,而且后者早衰的现象明显,成熟卵的数量达到高峰期后迅速下降;产卵高峰期交配过的雌虫体内成熟的和未成熟的卵的数量最多在 140 粒左右,未交配的 90 粒左右;交配过的雌虫产卵历期在 22 天左右,未交配过的在 18 天左右,两种处理的雌虫产卵末期几乎一致。

正常交配但未取食的雌虫寿命最长的在 7 天左右,生长区和成熟区始终没有卵粒形成,原卵区的卵量最多在 12 粒左右,在同一时期,正常取食和交配的雌虫原卵区的卵量在 40 粒左右,正常取食但未交配的雌虫在 30 粒左右,营养对雌虫怀卵量的影响大于交配的影响。

3 讨论

卵巢管的发育研究在害虫综合治理中具有重要的作用,通过分析卵巢管的发育对害虫进行预测预报可以准确提供害虫的防治适期,提高防治效果,减少农药的使用次数。本文首次对柑桔爆皮虫卵巢的发育进行分级研究,将其卵巢管的发育分为 6 个级别,分别是发育初期(0 级)、卵黄沉积前期(Ⅰ级)、卵黄沉积期(Ⅱ级)、成熟待产期(Ⅲ级)、产卵盛期(Ⅳ级)和产卵末期(Ⅴ级)。在目前的研究报道中,翟保平等(1999)将稻水象甲的卵巢管发育分为 6 个级别,分别为发育前期、卵黄沉积前期、卵黄沉积期、卵成熟期及产卵盛期、产卵末期和产后衰老期。在鳞翅目中,Kuang 等(2004)将欧洲玉米螟卵巢管的发育分为 6 个级别,分级过程中没有划分发育前期,将产卵期分为产卵前期和产卵盛期两个时期。本研究报道的柑桔爆皮虫的卵巢管的发育分级是在以往的卵巢发育分级理论的基础上,根据柑桔爆皮虫卵巢的发育特点进行划分的,为该虫的预测预报提供了一种新的途径,为确定防治适期提供理论基础。

通过解剖观察卵巢的发育,明确了该虫出孔到

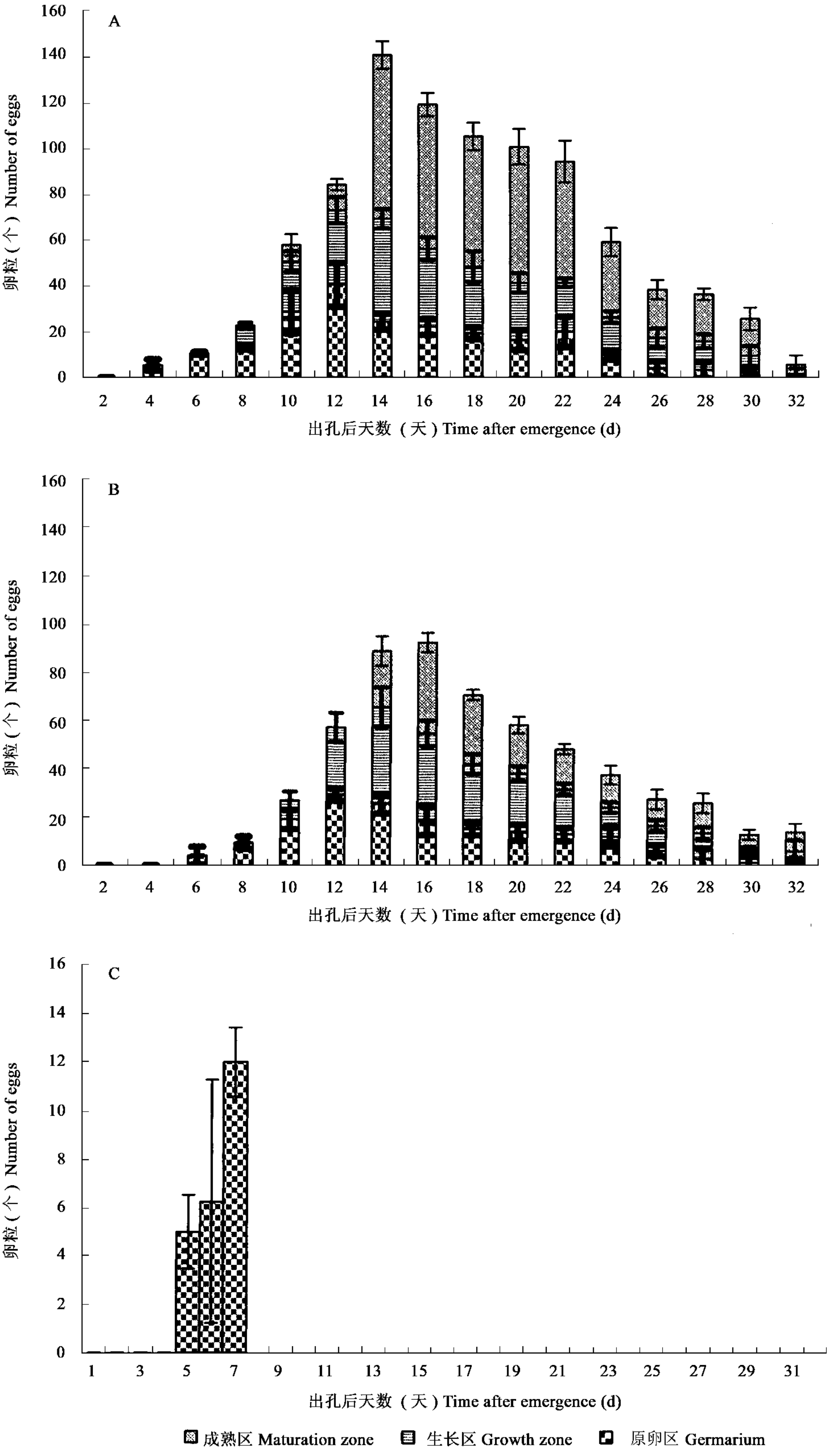

图 3 不同处理的柑桔爆皮虫雌虫怀卵量变化趋势

Fig. 3 Dynamics of egg quantity in germarium, growth zone and maturation zone of *Agrilus auriventris* ovary in different treatments

A：**正常取食和交配的雌虫** Mated female adults fed with food；B：**正常取食但未交配的雌虫** Unmated female adults fed with food；C：**正常交配但未取食的雌虫** Mated female adults without any food.

产卵的历期和产卵历期。正常取食和交配的雌虫产卵历期可达 22 天左右,在以前的文献中均没有相关报道。柑桔爆皮虫较长的产卵历期使得前期产的卵和后期产的卵时间间隔非常长,田间成虫产卵期间气温平均在 30℃左右,虫体发育速率较快,从而导致了前期产的卵和后期产的卵在后期的发育过程中虫态上差异明显,这也是柑桔爆皮虫在田间同一时期有多个虫态混合发生的原因之一。产卵历期的研究为进一步明确该虫在田间的发生规律提供了依据。

未交配的柑桔爆皮虫雌虫的怀卵量明显少于交配过的。昆虫的受精除了形成受精卵之外,还具有为雌虫提供营养、提高雌虫的怀卵量和减少雌虫重复交配的次数等作用(Chapman,1998)。另外,没有受精的卵有可能会发生卵吸收,被雌虫重新吸收利用(Chapman,1998)。导致未交配的柑桔爆皮虫卵的数量减少的原因需要进一步研究。

Ohgushi(1963)的研究中,正常取食的成虫平均寿命只有 10 天左右,正常取食和交配的成虫在出孔后 8~10 天开始产生成熟的卵,雌虫的怀卵量最多只有 10 粒左右。邬恤民(1964)通过田间随机采集 71 头交尾的雌虫进行解剖,发现雌虫的怀卵量主要在 60~99 粒之间,少的在 29 粒以下,多的可达 100 粒以上。昆虫成虫的寿命和怀卵量受成虫取食的食物、生存的空间等因素的影响,在不同的品系之间也常存在差异(Carpenter and Bloem,2002)。Ohgushi(1963)在玻璃器皿中饲养成虫,可能存在空间太小、通气性差等问题。本研究的成虫饲养于较大的养虫笼中,并使用活的柑桔树苗饲养,排除了生存空间等方面的影响。本研究中成虫取食的柑桔品种为象山红,而 Ohgushi (1963)未提及喂食成虫的柑桔树品种,因此无法分析两者中食料对成虫寿命和怀卵量的影响。浙江省和日本以及我国国内不同地区之间的柑桔爆皮虫是否存在遗传上的差异,目前还不清楚,需要进一步研究。本研究通过观察卵巢管的发育查清了雌虫的怀卵量的动态,发现雌虫的最高怀卵量平均在 140 多粒,证实了浙江地区柑桔爆皮虫具有较高的怀卵量,为田间预测预报和防治指标的制定提供了更加准确的理论依据。

柑桔爆皮虫的卵非常小,常产在树皮裂缝或树体表面的苔藓内,给田间查卵带来较大的困难。田间预测预报中,可以通过解剖雌虫的卵巢,判定卵巢管发育所处的级别,当大量雌虫卵巢管发育处在Ⅲ级之前(即羽化出孔后 11 天之前),应当进行药剂喷冠防治出孔的成虫。如果错过了成虫产卵之前的防治适期,应在后期加强对幼虫的防治工作。

参 考 文 献(References)

Carpenter JE,Bloem S,2002. Interaction between insect strain and artificial diet in diamondback moth development and reproduction. *Entomologia Experimentalis et Applicata*,102(3):283-294.

Chapman RF,1998. The Insects: Structure and Function. 4th ed. Cambridge: Cambridge University Press. 376-380.

Kuang XQ,Dennis DC,Mary CK,Poston FL,Calvin DD,Knapp MC,Poston FL,2004. Female European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) ovarian developmental stages: their association with oviposition and use in a classification system. *Journal of Economic Entomology*,97(3):828-835.

Ohgushi R,1963. Development of ovary and pre-oviposition period of citrus flat-headed borer,*Agrilus auriventris* Saunders under laboratory conditions. *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*,7:92-96.

Wang GC,Zhou ZN,Sang WH,Wang CL,1964. Research report on the citrus borer (*Agrilus auriventris* Saund.) in Qu County,Zhejiang Province. *Journal of Zhejiang Agricultural College*,4(1):99-113. [王拱辰,周正南,桑文华,王承烈,1959. 浙江衢县柑桔爆皮虫(*Agrilus auriventris* Saund.)研究报告. 浙江农学院学报,4(1):99-113]

Wei SJ,Zheng HH,Huangfu WG,Shi ZH,Chen XX,2006a. Division of larval instars of the citrus borer,*Agrilus auriventris* Saunders (Coleoptera: Buprestidae). *Acta Entomologica Sinica*,49(2):302-309. [魏书军,郑宏海,皇甫伟国,施祖华,陈学新,2006a. 柑桔爆皮虫幼虫龄期的划分. 昆虫学报,49(2):302-309]

Wei SJ,Zheng HH,Shi ZH,Lai CH,Xu PQ,Chen XX,2006b. A preliminary study on the citrus borer,*Agrilus auriventris* Saunders. *Plant Protection*,32(3):78-81. [魏书军,郑宏海,施祖华,赖朝晖,许培骞,陈学新,2006b. 柑橘暴发性害虫-柑桔窄吉丁研究初报. 植物保护,32(3):78-81]

Wei SJ,Zheng HH,Huangfu WG,Shi ZH,Chen XX,2007. Morphological observation on the immature stages of *Agrilus auriventris* Saunders (Coleoptera: Buprestidae). *Acta Entomologica Sinica*,50(1):79-84. [魏书军,郑宏海,皇甫伟国,施祖华,陈学新,2007. 柑桔爆皮虫幼期各虫态的形态学观察. 昆虫学报,50(1):79-84]

Wu XM,1964. Study on the citrius buprestidae beetle,*Agrilus auriventris* Saunders. *Acta Phytophylacica Sinica*,3(1):61-70. [邬恤民,1964. 柑桔爆皮虫(*Agrilus auriventris* Saunders)及其防治. 植物保护学报,3(1):61-70]

Zhai BP,Shang HW,Cheng JA,1999. Classifying the ovarian development of rice water weevil and its application. *Chinese Journal of Rice Science*,13(2):109-113. [翟保平,商晗武,程家安,1999. 稻水象甲卵巢发育程度的分级及其应用. 中国水稻科学,13(2):109-113]

Zheng HH,Wei SJ,Huangfu WG,Shi ZH,Chen XX,2007. Spatial distribution pattern of *Agrilus auriventris* Saunders (Coleoptera: Buprestidae). *Acta Entomologica Sinica*,49(5):805-809. [郑宏海,魏书军,皇甫伟国,施祖华,陈学新,2006. 柑桔爆皮虫羽化孔的空间分布. 昆虫学报,49(5):805-809]

(责任编辑:袁德成)